

PUBLICATION NUMBER : 02166229  
PUBLICATION DATE : 26-06-90

APPLICATION DATE : 20-12-88  
APPLICATION NUMBER : 63319363

**BEST AVAILABLE COPY**

APPLICANT : TOA STEEL CO LTD;

INVENTOR : OSUZU HIROTADA;

INT.CL. : C21D 8/06 // C22C 38/00 C22C 38/14 C22C 38/32

TITLE : MANUFACTURE OF STEEL WIRE ROD FOR NON-HEAT TREATED BOLT

ABSTRACT : PURPOSE: To obtain the steel wire rod having desired strength, high yield point and high ductility and having low deformation resistance, work hardenability and settling characteristics by working a steel having prescribed chemical compsn. into a wire rod by hot rolling and regulating the cooling speed in the on line to specific value.

CONSTITUTION: A steel material having the compsn. contg., by weight, 0.03 to 0.20% C, <0.10% Si, 0.7 to 2.5% Mn and 0.0005 to 0.0050% B, contg. 0.05 to 0.30% total of one or more kinds among V, Nb and Ti or furthermore contg. 0.10 to 1.20% total of one or two kinds of 0.05 to 1.20% Cr and 0.03 to 0.25% Mo is subjected to hot rolling to work into a wire rod and is thereafter rapidly cooled at  $\geq 5^{\circ}\text{C}/\text{sec}$  cooling speed into a bainitic structure. The wire rod is subjected to threading into a bolt, by which the steel wire rod for a non-heat treated bolt having no need for softening for the purpose of treading and hardening, tempering, etc., after treading and capable of manufacturing a high strength bolt having  $\geq 70\text{kgf}/\text{mm}^2$  tensile strength can be manufactured.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-166229

⑤Int.Cl.<sup>5</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑬公開 平成2年(1990)6月26日  
 C 21 D 8/06 A 7371-4K  
 // C 22 C 38/00 3 0 1 Z 7047-4K  
 38/14  
 38/32

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全10頁)

⑭発明の名称 非調質ボルト用鋼線材の製造方法

⑰特 願 昭63-319363

⑱出 願 昭63(1988)12月20日

⑲発 明 者 江 口 豊 明 宮城県仙台市鶴が丘4丁目11番地28  
 ⑲発 明 者 佐 藤 謙 二 宮城県宮城郡七ヶ浜町東宮浜字御林3-1  
 ⑲発 明 者 大 鈴 弘 忠 宮城県宮城郡七ヶ浜町東宮浜字御林3-1  
 ⑲出 願 人 トーア・スチール株式 東京都千代田区五番町6番地2  
 会社  
 ⑲代 理 人 弁理士 白川 一

## 明 細 書

1. 発明の名称 非調質ボルト用鋼線材の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 重量%で、

C: 0.03~0.20%, Si: 0.10%以下、  
 Mn: 0.7~2.5%, V, Nb, Ti, のうち1種も  
 しくは2種以上の合計: 0.05~0.30%、  
 B: 0.0005~0.0050%、

を含有し、残部が鉄および不可避免的不純物からなる鋼を、線材に熱間圧延し、5℃/sec以上の冷却速度で冷却し、ベイナイト組織を得ることを特徴とする非調質ボルト用鋼線材の製造方法。

(2) 重量%で、

C: 0.03~0.20%, Si: 0.10%以下、  
 Mn: 0.7~2.5%, V, Nb, Ti, のうち1種も  
 しくは2種以上の合計: 0.05~0.30%、  
 B: 0.0005~0.0050%、を含有し、  
 更にCr 0.05~1.20%、Mo 0.03~0.25%  
 のうち何れか1種もしくは双方の合計: 0.10

~1.20%を含有し、残部鉄および不可避免的不純物からなる鋼を、線材に熱間圧延し、5℃/sec以上の冷却速度で冷却し、ベイナイト組織を得ることを特徴とする非調質ボルト用鋼線材の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

「発明の目的」

(産業上の利用分野)

この発明は非調質ボルト用鋼線材の製造方法に関するものである。

(従来の技術)

引張強度70kgf/mm<sup>2</sup>以上のボルトは、通常、SWRCH45K等の冷間圧造用鋼をボルト成型し、後、焼入れ焼戻し処理を行ない製造されてきた。更に高強度のボルトには低合金鋼を軟化焼鈍等を行なった後、ボルト成型を行ない加熱し、焼入れ、焼戻しして製造している。然し乍ら近年製造工程の合理化、コスト低減のため前述したような焼入れ、焼戻し処理を省略する非調質ボルト用鋼線材が開発されつつある。然し非調質ボルトに

については、未だ未解決の問題もあってその製造法が定着するまでに至っていない。

非調質ボルトは、調質ボルトに比較すると、JIS-B1051に規定されるくさび引張試験において、首下での破断が発生し易いと言う欠点がある。この解決のためにはVやNbを添加した低C-高Mn鋼を用い低温圧延により微細なフェライト+パーライト組織を得て延性を向上せしめる特公昭62-209号等が提案されているが、この鋼でも規格以上の厳しい条件での試験を行なうと、調質ボルトよりも首下破断が発生し易いと言う結果も明らかにされている。

調質ボルトの場合には、軟化焼鈍を施した後ボルトへの加工を行ない、焼入れ焼戻しにより所定の強度を持たせるが、非調質ボルトの場合は、予め所定の強度にした線材を加工するために一般には加工工具の寿命が短いと言う欠点がある。この点は前述したV、Nb添加の低C-高Mn鋼によっても何ら問題は解決していないと言うのが実状である。JIS-B1051には、強度区分8.8ボルトの

場合、保証荷重応力を15秒加えた後、荷重を除いた時のおねじ部分の永久伸びを調べ、この永久伸びが12.5 $\mu$ m以下であるべきことが規定されている。然し従来の非調質ボルトは、加工ままでは降伏応力が低く永久伸びが大きいので、この永久伸びを12.5 $\mu$ m以下に抑えるために、ブルーイングを施して降伏応力を増加させることが必須となっており、このための工程の煩雑さ、コストの上昇等が問題とされていた。

(発明が解決しようとする課題)

本発明は、前述したような非調質ボルト用鋼の現状に鑑み創案されたものであり、所定の化学組成を有する鋼を熱間圧延により線材となし、オンラインにおける冷却速度を制御することにより、所望の強度を得ると共に高降伏点、高延性を有し、変形抵抗、加工硬化およびへたり性の小さい線材を提供することを目的とするものである。

「発明の構成」

(課題を解決するための手段)

前述の目的を達成するために本発明者等は、

3

(1) 重量%で、

C: 0.03~0.20%、Si: 0.10%以下、  
Mn: 0.7~2.5%、V、Nb、Ti、のうち1種もしくは2種以上の合計: 0.05~0.30%、  
B: 0.0005~0.0050%、

を含有し、残部が鉄および不可避的不純物からなる鋼を、線材に熱間圧延し、5℃/sec以上の冷却速度で冷却し、ベイナイト組織を得ることを特徴とする非調質ボルト用鋼線材の製造方法。

(2) 重量%で、

C: 0.03~0.20%、Si: 0.10%以下、  
Mn: 0.7~2.5%、V、Nb、Ti、のうち1種もしくは2種以上の合計: 0.05~0.30%、  
B: 0.0005~0.0050%、を含有し、

更にCr0.05~1.20%、Mo0.03~0.25%のうち何れか1種もしくは双方を合計: 0.10~1.20%を含有し、残部鉄および不可避的不純物からなる鋼を、線材に熱間圧延し、5℃/sec以上の冷却速度で冷却し、ベイナイト組織を得ることを特徴とする非調質ボルト用鋼線材

5

の製造方法。

を茲に提案する。本発明方法による場合には、得られる線材の組織が事実上ベイナイト組織となるために、冷間鍛造性が良好で加工硬化、変形抵抗の小さい高降伏点、高延性の線材を得ることができる。

(作用)

高延性-低変形抵抗の非調質ボルト用鋼線材を研究中、高Mn鋼をオフラインでパテンティングすると組織がフェライト+パーライトからベイナイトに変化し著しく延性が向上し、且つ、加工硬化、変形抵抗が小さくなるという知見を得た。

然し乍ら、オフラインにおけるパテンティングでは非調質ボルト用鋼線材の工程の合理化とはならない。そこでオンラインにおいて直接パテンティングを施してベイナイト組織を有するための諸条件について鋭意研究を進め、オフラインパテンティング材より更に優れた特性を有する非調質ボルト用鋼線材の製造方法を確立したものである。本願の特許請求の範囲において記載した製造方法

6

による場合には、何れの場合でも引張り強さ 50 ~ 90 kgf/mm<sup>2</sup>、降伏比（降伏応力／引張り強さ）0.75 以上、絞り値 70 % 以上の線材を製造することができる。

然し、発明の目的から考慮した場合、第 1 の請求項による場合は主として 10 mm φ 以下の線材を得るために使用し、10 mm φ 以上の線材を得るためには第 2 の請求項による製造法を採用することが好ましい。Cr もしくは Mo を添加したのは太径化による冷却速度の低下を補うためであり、高強度化するに必要な析出効果元素の添加量を少なくして延性の低下を防ぐための処置である。

先ず、本発明における化学的組成について各元素の機能および数値限定の理由について説明する。

C : 0.03 ~ 0.20 %

鋼の強度を確保するために重要な元素である。然し、0.03 % 未満では炭化物の生成量が少な過ぎて所望の強度を確保するのが困難であり、一方 0.20 % を超えると延性の低下が大きくなるので 0.03 ~ 0.20 % の範囲とした。

7

て添加してもその効果は飽和することになり、延性を低下することになり、且つコスト高の原因ともなるので 0.05 ~ 0.30 % の範囲とした。

B : 0.0005 ~ 0.0050 %

微量の添加で鋼の焼入れ性を大幅に向上せしめる働きがある。B はオーステナイト粒界に偏析してフェライトの析出を抑制し、組織をフェライト + バーライトからベイナイトへ変化させる。この目的のためには 0.0005 % 未満の添加ではその効果はなく、一方 0.0050 % を超えて添加しても効果は飽和するので、0.0005 ~ 0.0050 % の範囲とした。

Cr 0.05 ~ 1.20 %、Mo 0.03 ~ 0.25 % のうち何れか 1 種もしくは双方の合計 : 0.10 ~ 1.20 %

Cr は鋼の焼入れ性を高め強度を確保するのに重要な元素であるが、0.05 % 未満では強度を増加せしめる効果は殆んど無く、一方 1.20 % を超えて添加する場合には、Mn と同様に延性の低下をもたらすので、0.05 ~ 1.20 % の範囲とした。Mo

Si : 0.10 % 以下

Si はフェライトに固溶し、その延性を低下させると共に変形抵抗を著しく増大せしめる性質がある。含有量が 0.10 % を超えるとボルトの首下破断の危険性が大きくなり、而も加工工具の寿命を短くするので上限を 0.10 % とした。

Mn : 0.7 ~ 2.5 %

鋼の焼入れ性を高め、靱性、強度を確保するのに重要な元素である。0.7 % 未満では所望の強度を確保するのが困難であり、2.5 % を超えて添加すると延性の低下が大きくなるので 0.7 ~ 2.5 % の範囲とした。

V, Nb, Ti の 1 種もしくは 2 種以上の合計 :

0.05 ~ 0.30 %

この 3 元素は鋼中で N 化物を形成し、B の焼入れ性向上を確実にものとする性質がある。而も、微細な炭化物を析出し、鋼の延性を大きく損なうことなく強度を増大せしめる働きがある。これらの目的を達成せしめるためには、0.05 % 未満の添加ではその効果は小さく、一方 0.30 % を超え

8

も Mn もしくは Cr と同様に焼入れ性を高め、強度を確保するのに通しているが、0.03 % 未満ではその効果は殆んどなく、一方多量に添加することはコストも上昇し好ましくないので、添加量の上限は 0.25 % とした。又、Cr と Mo は夫々代替して使用することができるが、何れか 1 種もしくは双方を添加する場合に、その含量は、0.10 ~ 1.20 % の範囲内とすべきである。含量が 0.10 % 未満では強度の増加が少なく、1.20 % を超えて添加すると延性は低下し、コストアップにつながるので 0.10 ~ 1.20 % の範囲とした。尚、10 mm φ 以下の線材では冷却速度の制御が比較的容易であり Cr、Mo の添加は必要としない。

以上主要な元素について記載したが、鋼材には通常これらの他に不可避的な不純物として、微量の P、S、Cu、Ni および脱酸剤として使用される Al 等が含まれている。

Ni を焼入れ性向上の目的のために添加してもよいが、効果の割には高価なため特に本文中では規定をしなかった。

9

10

又、通常はV、Nb、Tiの析出硬化を大きくするために、Nを高めに規定することが多いが、本発明ではBの焼入性効果を最大限に利用するため、BがN化物を形成することのないよう、Nは可能な限り低く押えた方が好ましく、Bは固溶Bとして留まらせる必要がある。

次いで重要な熱処理工程について記載する。

熱間圧延後の冷却速度：5℃/sec以上

熱間圧延後の冷却速度が5℃/sec未満では、所望の強度の線材を得るのに多量の合金元素の添加を必要とすることになり、コスト高は避けられないので、5℃/sec以上とした。冷却速度の上限については、マルテンサイトが発生するMs点以下にさえ冷却しなければよいので、特に上限は規定しなかった。例えば100℃/secで冷却した場合でも、Ms点より稍高い温度に保持することにより、ベイナイト組織を得ることができる。

本発明方法により得られた非調質ボルト用鋼線材の特徴は、

① 線材の組織：ベイナイト

フェライト+パーライト組織の鋼は、パーライト中の炭化物が粗大であり、ラメラ間隔も大きく、強度の加工を加えた時にはパーライトから微細な割れが発生し延性に欠けるが、ベイナイト組織の場合には、炭化物は微細に分散してパーライトのように局部的に応力集中を受けることが無くなり極めて延性に優れ、冷間鍛造性が良好で、加工硬化、変形抵抗が小さいので、本発明においては得られる組織は事実上ベイナイトとなるように諸条件が設定されている。然し、微量の場合には、フェライトが混在しても特に問題はない。

② 線材の引張強さ：60～90 kgf/mm<sup>2</sup>

60 kgf/mm<sup>2</sup>未満では伸線により所望の強度の線を得るために、減面率を大きくする必要があり、伸線ダイスの摩耗が大きくなり、一方90 kgf/mm<sup>2</sup>を超える強度とする場合には、変形抵抗の増大が著しく、鍛造用工具の寿命を短くすることとなるので、製品の強度設定を60～90 kgf/mm<sup>2</sup>の範囲としている。

③ 降伏比（降伏応力／引張強さ）：0.75以

11

上0.75未満の降伏比の線材では、転位密度が低く、伸線によって高転位密度としても可動転位が残存することになり、耐へたり性を低下せしめ、ボルトの永久伸びを大きくする原因となる。この可動転位を不動転位とするには、ブルーイング処理を必要とする。降伏点0.75未満の線材では伸線ままでブルーイング材と同等の降伏応力を有する線を得ることができずブルーイングを省略することが不可能なため、0.75以上の降伏比のものが得られる製品設計となっている。

④ 線材の絞り値：70%以上

70%未満の絞り値では冷間鍛造時にボルト頭部に割れが発生し易くなり、くさび引張試験における首下破断の危険性が增大するので70%以上の絞り値が得られる製品設計となっている。

以上詳述した化学組成、添加範囲並びに冷却条件を遵守することにより、①～④の特性を有する非調質ボルト用鋼線材の安定した生産が可能となる。

（実施例）

12

第1表に供試鋼としての本発明鋼（本発明の方法により得られた鋼）並びに比較鋼（化学組成の何れか又は冷却条件が本発明と異なる鋼）の化学的組成を示す。

No 1～No 4は本発明鋼の内、特許請求第1の請求項に相当する発明であり、No 5～No 7は第2の請求項に相当する発明である。No 8～No 13は前述の第1の請求項に類似する比較鋼、No 14～15は第2の請求項に類似する比較鋼の組成を示している。

13

14

第 1 表

(%)

供 試 鋼													冷却条件
No	区 分	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb	Ti	B	圧延後衝風冷却
1	本発明鋼	0.12	0.02	1.58	0.013	0.008	—	—	0.12	—	0.03	0.0021	“
2	“	0.12	0.04	1.59	0.012	0.007	—	—	0.18	—	—	0.0044	“
3	“	0.12	0.02	1.45	0.012	0.015	—	—	—	—	0.15	0.0023	“
4	“	0.06	0.02	2.05	0.016	0.010	—	—	0.15	0.03	0.03	0.0025	“
5	“	0.12	0.02	1.63	0.016	0.009	0.30	—	0.12	—	0.02	0.0023	“
6	“	0.11	0.04	1.12	0.019	0.017	0.90	—	—	0.16	—	0.0038	“
7	“	0.13	0.05	1.41	0.013	0.017	0.13	0.16	0.03	0.12	—	0.0016	“
8	比較鋼	0.12	0.04	1.58	0.015	0.011	—	—	0.12	—	0.02	—	“
9	“	0.13	0.01	1.62	0.012	0.012	—	—	0.02	—	0.02	0.0022	“
10	“	0.12	0.02	1.58	0.013	0.008	—	—	0.12	—	0.03	0.0021	圧延後放冷
11	“	0.12	0.03	1.60	0.017	0.016	—	—	0.37	—	—	0.0035	圧延後衝風冷却
12	“	0.11	0.34	1.59	0.018	0.017	—	—	—	0.13	0.03	0.0022	“
13	“	0.23	0.04	1.55	0.015	0.020	—	—	0.08	—	0.04	0.0025	“
14	“	0.12	0.01	0.64	0.015	0.011	1.40	—	0.13	—	0.03	0.0032	“
15	“	0.11	0.02	2.70	0.012	0.009	0.15	—	0.06	—	0.02	0.0026	“
16	“	0.23	0.26	1.54	0.018	0.013	—	—	—	—	—	—	“
17	“	“	“	“	“	—	—	—	—	—	—	—	400℃ バテンティング

15

これらの鋼の8mmφ線材の機械的性質を第2表に示す。熱処理条件はNo.10およびNo.17を除いて、熱間圧延後衝風により8℃/secで冷却した。No.10は熱間圧延後衝風を停止して1℃/secの放冷を行なったものであり、No.17はオフラインで400℃でのソルトによりバテンティングしたものである。表中Fはフェライト、Pはパーライト、Bはベイナイトを示す。

第 2 表

供 試 鋼								
No	区 分	$\sigma$ 0.2	T.S	Y.R	E.L	R.A	顕微鏡組織	備考
1	本発明鋼	58	69	0.84	20	78	B	
2	“	64	76	0.84	19	78	B	
3	“	61	71	0.86	17	78	B	
4	“	60	71	0.85	20	81	B	
5	“	63	75	0.84	16	78	B	
6	“	71	84	0.84	14	72	B	
7	“	64	77	0.83	16	76	B	
8	比較鋼	45	65	0.69	19	75	F + P	
9	“	38	56	0.68	20	77	F + P + B	
10	“	44	65	0.68	18	75	F + P	
11	“	85	95	0.89	11	60	B	
12	“	59	72	0.82	13	69	B	
13	“	66	82	0.80	16	49	B	
14	“	66	77	0.86	12	62	B	
15	“	73	92	0.79	10	49	B	
16	“	43	72	0.60	19	54	F + P	
17	“	55	71	0.79	15	77	B	

 $\sigma$  0.2、T.S = kgf/mm<sup>2</sup>、E.L、R.A = %

16

17

№1は、比較鋼№10と同一組成の鋼を衝風により冷却した場合を示すものであるが、得られる組織はベイナイトであり、№10よりも降伏応力が著しく増加し、引張強さ、伸び、絞り値とも高く良好な値を示している。№2は、0.18%V-B鋼の例であり、析出硬化元素はVのみの例であり、Vを№10より多く添加した分だけ降伏応力、強度が高くなっている。№3は、析出効果元素としてTiのみを使用した例であり、良好な組織および機械的性質を示している。№4は、Cを低くし、Mnを2.05%に高めてV、Nb、Tiを合計で0.21%添加した例であって、良好な組織、機械的性質が得られている。№5は比較鋼№10にCrを0.30%を添加した例であり、№10に比較して絞り値が低下することなく、降伏応力、強度が数 $\text{kgf/mm}^2$ 増加した例を示す。№6はMn1.12%と低めで、Crが0.90%と高めとしたNb-B鋼の例であり、良好な組織、機械的性質を示している。№7はMoを0.16%添加したNb-V-B鋼の例を示すもので、良好な組織、機械的性質が示されて

いる。次いで№8~№15のBその他の添加元素を含む比較鋼と、№16~№17のAISI 1524相当鋼を対象とした比較鋼について機械的性質等について述べる。

№8は0.12%C-低Si-1.58%Mnをベースとして、これに0.12%V、0.02%Tiを添加した鋼であるが、熱間圧延後、衝風を吹き付けて冷却した例であり、得られた組織はフェライト+パーライトであり、降伏応力、降伏比が低い。冷却速度が遅いこと原因となっている。№9は、V、Tiを添加し更にBも添加した例であるが、析出効果元素としてV、Tiの添加量の少ないことが原因として十分な強度ができていない。№10は、№9よりVの添加量を増加した例であるが、衝風を吹きつけないで放冷したために、組織がフェライト+パーライトであり、降伏応力、降伏比が低くなっている。№11は、更にVを0.37%と高くしたB添加鋼の例であるが、Vが高過ぎるため、強度が高過ぎ、伸び絞り値が低くなっている。

№12は、Si0.34%を含む例であり、Siが高い

18

ため伸び、絞り値が低くなっている。№13は、Cが0.23%と高い例であり絞り値が低くなっている。№14は、0.54%Mn-1.40%Crと低Mn-高Cr鋼の例であるが、Mnの低下に伴う焼入れ性低下を補うため高Crとしているので、絞り値が低くなっている。№15は、Mn2.70と高い鋼の例であるが、Mnが高過ぎるため伸び、絞り値が低い。№16は、AISI 1524相当鋼の圧延まま材の例であるが、圧延ままでは降伏応力、絞り値が低い。これをオフラインでバチンティングした№17は、降伏応力、絞り値が著しく増大しており、冷却速度の重要な点がかがえる。

第3表には7.15mm $\phi$ に伸線した本発明鋼№1、№5並びに比較鋼№8、№17の伸線まま材の機械的性質を示す。比較鋼は何れも本発明鋼より降伏応力が低く、又降伏比、絞り値も低い。伸線による強度増加 $\Delta T S$ は比較鋼の方が大きくなっていることが判る。線の割れ発生の度合を示す限界圧縮率は、側面にV溝を付けた試料を用いて調べたものである。№8の限界圧縮率が低いのは組織

19

がフェライト+パーライトであり、パーライトを起点に割れが発生し易いことを示している。ベイナイト組織を有する本発明鋼は炭化物が微細に分散して局所的な応力集中を起しにくいので比較鋼より約10%も限界圧縮率が高い。ベイナイト組織である№17が低いのはC量が高いことに起因しているものである。

線に45.5 $\text{kgf/mm}^2$ の初期荷重を掛けて10時間後のリラクセーションを測定した結果では本発明が2%台の値であるのに対して、比較例は3%台の値である。これは比較例が降伏応力が低いことに起因する。またボルトの保証荷重試験に於ける永久伸びも本発明は充分12.5 $\mu\text{m}$ をクリアする値であるが、比較例は規格値を上回る。本発明の良好なリラクセーション特性、永久伸びはV等の微細炭化物により転位を動き難くしていること、組織のベイナイト化により初期の転位密度を多くして、伸線によりフェライト+パーライト組織のものより高転位密度として転位の不動化を図っていることによる。

20

21

更にボルトの首下のR部を0.1mm、くさび角度を15°と蔽しくしてくさび引張試験を行ない首下破断の発生率を測定したところ、本発明鋼では首下破断は発生しなかったが、比較鋼№8で、30%、№17で15%の発生がみられている。比較鋼は首下R部の局所的な加工硬化により首下破断が発生し易いのに対して、本発明鋼は首下R部においても加工硬化が小さいため首下破断が発生していない。従来はこの首下の加工硬化部の応力除去のためにもブルーイングを必要としていたものである。

22

第1図に№1、5、8、17の8mmφから7.15mmφに伸縮した線の電子顕微鏡組織を示す。№1、5の本発明鋼は全体がベイナイトであり、白い炭化物が均一微細に分布していることが判る。№8においては黒いフェライトの中にパーライトが島状に分布して全体がごろごろした感じであり、オフラインバテンティングの№17は、ベイナイト組織ではあるがCが№1、5より高いため炭化物量が多く、而も炭化物の大きさが本発明鋼のものより稍大きくなっている。

第2図に伸縮によるT、S、R、Aの変化を表示したが、本発明鋼はT、Sの上がり少なく、加工硬化の小さいことが明示されている。同一成分系の№8にBを添加した本発明鋼の方が、組織もベイナイト化され、T、Sの上がりも少なく加工硬化が小さくなっていることが判る。又、№8に比較してベイナイト組織の№1の方が絞り値も高く、伸縮による低下も少ないことが明示されている。

第3図には7.15mmφ線のブルーイングによる

24

第 3 表

試 験 区 分	σ 0.2	T.S	Y.R	E.L %	R.A %	ΔTS	降伏 率	リフト 量	伸び μm	首下 破断
1 本発明鋼	78	80	0.96	21	76	11	54%	2.7%	3	0
5 "	83	85	0.98	21	76	10	52%	2.5%	2	0
8 比較鋼	73	81	0.90	20	70	16	44%	3.4%	15	30%
17 "	76	84	0.90	20	72	13	42%	3.9%	8	15%

23

σ 0.2、T.S、ΔTS=kgf/mm<sup>2</sup>、Y.R=σ0.2/T.S

降伏応力並びに絞り値の変化を示した。比較鋼は250℃、350℃のブルーイングで降伏力が大きく増加しているが本発明鋼においてはこの温度では伸縮ままと殆んど変わらない。

本発明鋼においては伸縮ままで既にブルーイング材と同等の高い降伏応力を有しており、このためブルーイングの工程を省略することができる。絞り値は本発明鋼の場合ブルーイングしても低下することなくむしろ増大する傾向にある。

勿論ブルーイング処理をした鋼を使用しても差し支えないことは言うまでもない。

第4図は圧縮試験による7.15mmφ線の変形抵抗を測定した例を示すものである。フェライト+パーライト組織を有する№8に対し、同等の強度でベイナイト組織を有する本発明鋼№1は格段に変形抵抗が小さい。同様に№5と№17を比較しても本発明鋼の変形抵抗の小さいのが判る。

第5図はくさび引張試験の要領を示す図。第6図はボルトの加工工程を示す図であり、(a)は調査ボルトの加工工程、(b)は従来の非調査ボルトの加

25

工工程、(c)は本発明の加工工程である。(図中のFはフェライト、Pはパーライト、Bはベイナイトを、また $\alpha$ はくさび角度を示す。)

#### 「発明の効果」

以上比較鋼との対比で本発明方法により得られた鋼の特徴、利点を述べてきたように、本発明方法により得られた線材は従来のものと比較して高延性、低加工硬化性を有しているため、ボルト首下破断の危険もなく、而も低い変形抵抗性を有しているから、冷間鍛造工具の寿命を延長せしめることになる。又、ブルーイング材と同等の降伏応力、低い永久伸び特性を備えているから、調質ボルトの加工工程に対しては、軟化焼鈍、焼入れ焼戻しの省略が可能であり、従来の非調質ボルトの加工工程に対しては、ブルーイングが不要となる等全ての熱処理工程を省略することができるから、産業界に寄与するところは頗る大きいものがある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1～4図は本発明鋼と比較鋼の対比を示すもので、第1図は電子顕微鏡組織、第2図はT、S

もしくはR、Aと伸線減面率の関係、第3図は $\sigma$  0.2もしくはR、Aとブルーイング温度との関係、第4図は変形抵抗と圧縮真歪みの関係を示し、第5図はくさび引張試験の要領を示す図、第6図はボルトの加工工程を示す図であり、(a)は調質ボルトの加工工程、(b)は従来の非調質ボルトの加工工程、(c)は本発明の加工工程である。(図中Fはフェライト、Pはパーライト、Bはベイナイトを、また $\alpha$ はくさび角度を示す。)

特許出願人 トーア・スチール株式会社

発明者 江口 豊 明

同 佐 藤 謙 二

同 大 鈴 弘 忠

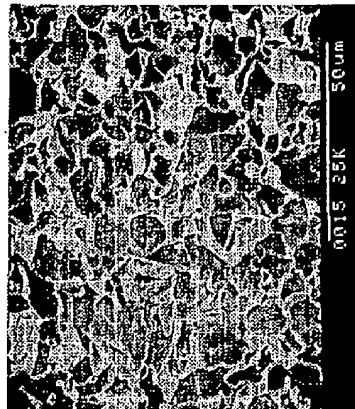
代理人 弁理士 白 川 一



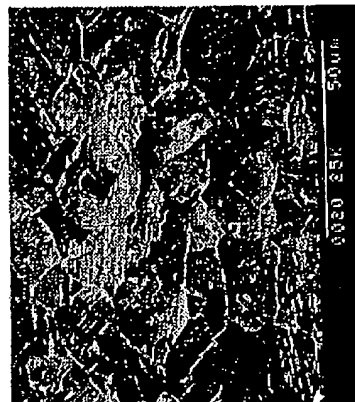
26

第1図

% 8 比較鋼

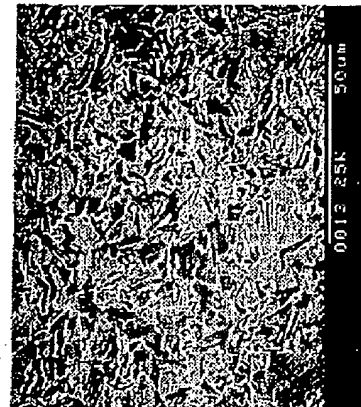


% 1 本発明鋼

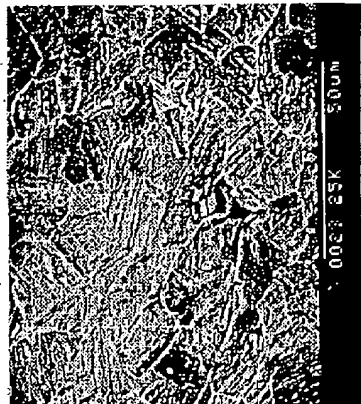


27

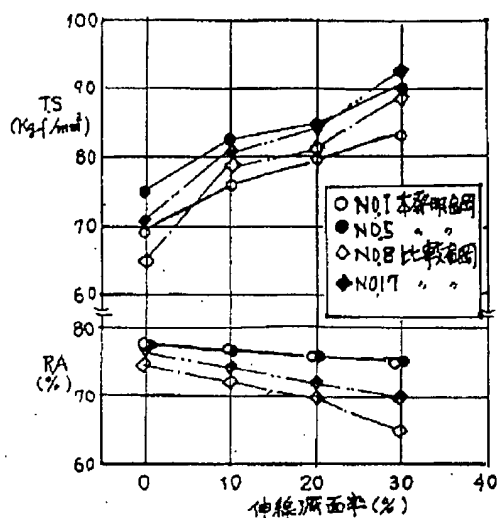
% 17 比較鋼



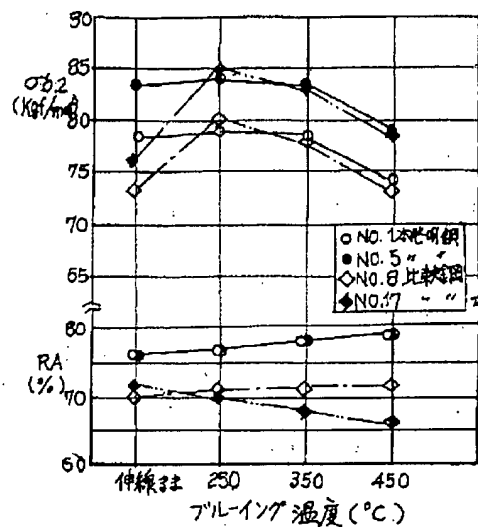
% 5 本発明鋼



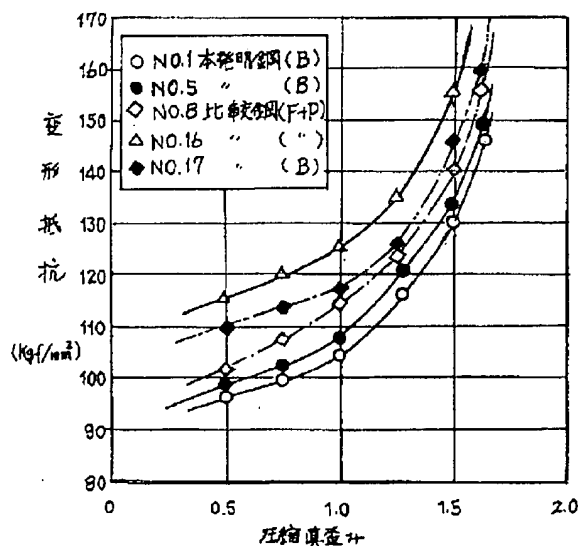
第 2 圖



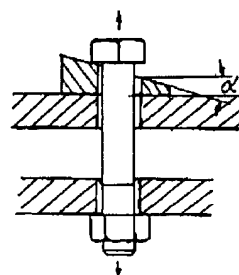
第 3 圖



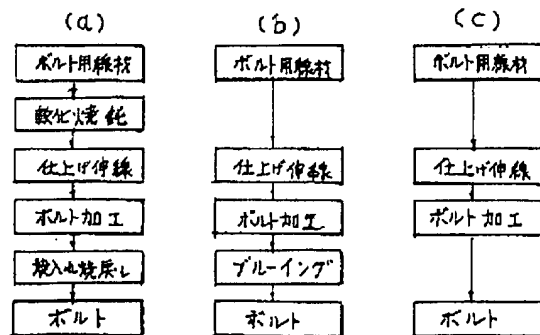
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



手続補正書 (方式)

補正の内容

平成元年 4 月 20 日

1. 本願明細書中第 26 頁 20 行目中に「第 1 図は電子顕微鏡組織」とあるのを「第 1 図は金属組織を示す電子顕微鏡写真」と訂正する。

特許庁長官 吉 田 文 毅 殿

1. 事件の表示

昭和 63 年特許願第 319363 号

2. 発明の名称

非調質ボルト用鋼線材の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名 称 トーア・スチール株式会社

4. 代 理 人

住 所 東京都港区虎ノ門 1 丁目 18 番 1 号  
第 10 森ビル 8 階

氏 名 (5897) 白 川 一 一



5. 補正命令の日付

平成 1 年 3 月 28 日 発送

6. 補正の対象 明細書

7. 補正の内容 別紙の通り

方式  
審査



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**